

Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai)

No. 6-188517

Title of the Invention:

WAVELENGTH CONVERTER

Publication Date: July 8, 1994

Patent Application No. 4-336887

Filing Date: December 17, 1992

Applicant: Fujitsu K. K.

Detailed Description of the Invention:

[0005]

[Prior Art]

One of the prior art technologies proposed for accomplishing the wavelength conversion function once converts the optical signal to the electric signal and then drives a discrete semiconductor laser oscillating at a desired wavelength by the electric signal. This prior art technology must arrange a temperature control circuit, or the like, for each of a plurality of semiconductor lasers corresponding to the wavelength number, and is not practical.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-188517

(43)公開日 平成6年(1994)7月8日

(51)Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/18

H 0 4 J 14/02

8220-5K

H 0 4 B 9/ 00

E

審査請求 未請求 請求項の数7(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-336887

(22)出願日 平成4年(1992)12月17日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 石川 丈二

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 近間 輝美

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 松本 昂

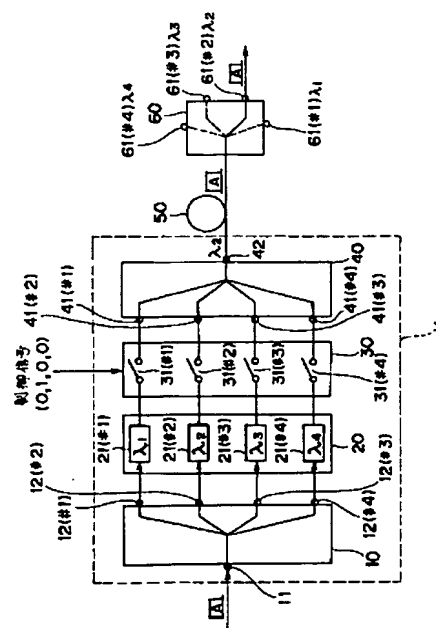
(54)【発明の名称】 波長変換器

(57)【要約】

【目的】本発明は波長多重伝送システム等に使用される波長変換器に関し、温度制御等が容易でスイッチング時間が短く且つ信頼性の高い波長変換器の提供を目的とする。

【構成】入力信号をm系列(mは2以上の自然数)の分岐入力信号に分岐する分配回路10と、発振波長が異なるm個の半導体レーザ21をモノリシックに集積化してなる発光素子20と、半導体レーザ21の各々からの信号光を合波する光合波器40と、半導体レーザ21の各々から光合波器40に供給される信号光を制御信号によりオン・オフするm個の光シャッター31とから構成する。

第1実施例図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号を m 系列 (m は1より大きい自然数)の分岐入力信号に分岐して出力する分配回路(10)と、
発振波長が異なる m 個の半導体レーザ(21)をモノリシックに集積化してなり、該半導体レーザ(21)の各々は上記分岐入力信号に基づいてそれぞれ駆動される発光素子(20)と、

上記半導体レーザ(21)の各々からの信号光を合波する光合波器(40)と、

上記半導体レーザ(21)の各々から上記光合波器(40)に供給される信号光を制御信号によりオン・オフする m 個の光シャッター(31)とを備えたことを特徴とする 1×1 波長変換器。

【請求項2】 光信号を電気信号に変換して該電気信号を上記入力信号として上記分配回路(10)に供給する受光素子(70)をさらに備えたことを特徴とする請求項1に記載の 1×1 波長変換器。

【請求項3】 上記分配回路(10)、上記光合波器(40)、上記光シャッター(31)及び上記受光素子(70)から選択される少なくともいずれかが上記発光素子(20)とともにモノリシックに集積化されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の 1×1 波長変換器。

【請求項4】 n 個 (n は1より大きい自然数)の入力ポート(81)及び該入力ポート(81)と同数の出力ポート(82)を有し、該入力ポート(81)の各々に供給された入力信号を制御信号により入れ換えてそれぞれ該出力ポート(82)から出力するスイッチング回路(80)と、

発振波長が異なる n 個の半導体レーザ(91)をモノリシックに集積化してなり、該半導体レーザ(91)の各々は上記スイッチング回路(80)の出力ポート(82)から供給される上記入力信号に基づいてそれぞれ駆動される発光素子(90)とを備えたことを特徴とする $n \times n$ 波長変換器。

【請求項5】 n 系列の光信号を電気信号に変換して該電気信号をそれぞれ上記入力信号として上記スイッチング回路(80)の入力ポート(81)に供給する n 個の受光素子(100)をさらに備えたことを特徴とする請求項4に記載の $n \times n$ 波長変換器。

【請求項6】 上記スイッチング回路(80)及び上記受光素子(100)から選択される少なくともいずれかが上記発光素子(90)とともにモノリシックに集積化されていることを特徴とする請求項4又は5に記載の $n \times n$ 波長変換器。

【請求項7】 請求項4乃至6のいずれかに記載の $n \times n$ 波長変換器(3, 4)と、

n 個 (n は1より大きい自然数)の請求項2又は3に記載の 1×1 波長変換器(2)とを備え、

該 $n \times n$ 波長変換器(3, 4)の発光素子(90)の各半導体レーザ(91)からの信号光が該 1×1 波長変換器(2)の受光素子(70)にそれぞれ供給されることを特徴とする $n \times n$

波長変換器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、波長多重伝送システム、周波数多重伝送システム、光交換システムその他の光システムに使用される波長変換器に関する。

【0002】波長多重(WDM)伝送や周波数多重(FDM)伝送は、異なる波長(周波数)に異なる信号をのせる方式であり、光の広帯域性、高速処理性、並列処理性という優れた特徴を利用し、システムの大容量化に適している。また、波長分割(WD)光交換は、波長多重(周波数多重)された各チャンネルの波長(周波数)を任意に交換することで、従来の時分割(TDM)方式に比べ、より広帯域な光信号をより多くのチャンネルで交換できるものとして期待されている。

【0003】図6に光交換の機能構成を示す。波長変換機能部210で波長 λ_1 から波長 λ_2 に波長変換された信号光は、多重化部220で多重化され、波長選択機能部230に供給される。波長選択機能部230では複数ある出力ポートから信号光の波長に応じた出力ポートが選択され、波長 λ_2 の信号光はその出力ポートから出力される。

【0004】このようなシステムにおいて、出力側のチャンネルにそれぞれ異なる波長を割り振っておくと、入力光の波長を所望のチャンネルの波長に変えることで信号の交換が可能になる。そして、このようなシステムを構築するために、波長変換機能部の実現が要望されている。

【0005】

【従来の技術】波長変換機能を実現するために提案されている従来技術の一つは、光信号を一旦電気信号に変換した後に、その電気信号により所望の波長で発振する個別の半導体レーザを駆動するものである。この従来技術は、波長数に応じた複数個の半導体レーザ毎に温度制御回路等を設ける必要があり、余り実用的なものではないとされている。

【0006】波長変換機能を達成するための従来技術の他の一つは、半導体レーザの外部に回折格子等からなる反射鏡を設け、回折格子の光軸に対する角度を変えることで発振波長を変えるものである。この従来技術による場合、モードジャンプが生じやすく、また、機械的な可動部分が必要になるので、信頼性に欠け実用化には適さないという欠点がある。

【0007】波長変換機能を達成するための従来技術のさらに他の一つは、DFB半導体レーザ(分布帰還型半導体レーザ)やDBR半導体レーザ(分布ブラッグ反射型半導体レーザ)の素子を光軸方向に複数の領域に分割し、それぞれの領域への注入電流の分配比によって生じる屈折率変化(プラズマ効果)を利用し、回折格子の実効的ピッチ又は素子内を伝播する光の位相を変化させる

3

ことで、波長変換を行うものである。

【0008】しかし、注入電流を変化させると素子温度も変化するため、所望の発振波長に設定するためには注入電流制御と同時に温度制御も必要になり、そのためにスイッチング時間が余計にかかる。また、発振波長に経時変化があるために、要求される制御レンジを考慮すると制御系がより複雑になるという問題がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】よって、本発明の目的は、温度制御が容易でスイッチング時間が短く且つ信頼性の高い波長変換器を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の波長変換器の第1の構成は、入力信号をm系列（mは1より大きい自然数）の分岐入力信号に分岐して出力する分配回路と、発振波長が異なるm個の半導体レーザをモノリシックに集積化してなり、該半導体レーザの各々は上記分岐入力信号に基づいてそれぞれ駆動される発光素子と、上記半導体レーザの各々からの信号光を合波する光合波器と、上記半導体レーザの各々から上記光合波器に供給される信号光を制御信号によりオン・オフするm個の光シャッターとを備える。

【0011】本発明の波長変換器の第2の構成は、n個（nは1より大きい自然数）の入力ポート及び該入力ポートと同数の出力ポートを有し、該入力ポートの各々に供給された入力信号を制御信号により入れ換えてそれぞれ該出力ポートから出力するスイッチング回路と、発振波長が異なるn個の半導体レーザをモノリシックに集積化してなり、該半導体レーザの各々は上記スイッチング回路の出力ポートから供給される上記入力信号に基づいてそれぞれ駆動される発光素子とを備える。

【0012】本発明の波長変換器の第3の構成は、本発明の第2の構成又はその後述する特定の実施態様にかかるn×n波長変換器と、n個（nは1より大きい自然数）の本発明の第1の構成の後述する特定の実施態様に係る1×1波長変換器とを備える。そして、本発明の第3の構成においては、上記n×n波長変換器の発光素子の各半導体レーザからの信号光が上記1×1波長変換器の受光素子にそれぞれ供給される。

【0013】

【作用】本発明の波長変換器においては、発光素子は発振波長が異なる複数の半導体レーザをモノリシックに集積化して構成されているので、各半導体レーザの発振波長の経時劣化は同程度に生じ、その場合、発光素子のチップ全体の温度を変更することで全ての半導体レーザの発振波長を同時に補償することができ、温度制御等の制御が容易になる。

【0014】また、各半導体レーザについては定常発光させておき、各出射光を光シャッターによりオン・オフするようにしているので、スイッチング時間は短くて済

4

む。さらに、本発明の波長変換器は機械的な可動部分を有していないので、信頼性の向上が可能である。

【0015】

【実施例】以下本発明の実施例を説明する。図1は本発明の第1実施例を示す波長変換器のブロック図であり、この実施例では本発明の第1の構成を有する波長変換器を用いて電気入力光出力型1×1波長交換システムを構成している。

【0016】この実施例においては、波長変換器1は、入力信号を、制御信号により4つの波長から選択されるいずれかの波長の信号光に変換して出力するように機能し、分配回路10と発光素子20と光シャッターアレイ30と光合波器40とを備えている。

【0017】分配回路10は1つの入力ポート11と4つの出力ポート12（#1～#4）とを有しており、入力ポート11への入力信号を4系列の分岐入力信号に分岐してそれぞれ出力ポート12（#1～#4）から出力するように機能する。

【0018】発光素子20は発振波長が異なる4個の半導体レーザ21（#1～#4）をモノリシックに集積化して構成され、各半導体レーザ21（#1～#4）はそれぞれ分配回路10の出力ポート12（#1～#4）からの分岐入力信号に基づいて駆動される。

【0019】各半導体レーザ21（#1～#4）の発振波長を異ならせるには各半導体レーザ21（#1～#4）の駆動条件を異ならせればよいが、発光素子20を製造するときの結晶成長段階で各半導体レーザ21（#1～#4）の活性層の組成に勾配をもたせることで、ほぼ同一の駆動条件の下で各半導体レーザ21（#1～#4）の発振波長を異ならせることもできる。

【0020】この実施例では、各半導体レーザ21（#1～#4）の発振波長はそれぞれ $\lambda_1 \sim \lambda_4$ である。光シャッターアレイ30は、発光素子20の各半導体レーザ21（#1～#4）からそれぞれ供給される信号光を制御信号によりオン・オフする4つの光シャッター31（#1～#4）を有している。各光シャッター31（#1～#4）は例えばマッハツェンダ干渉計型光スイッチからなり、この場合ナノ秒オーダ以下程度の高速スイッチングが可能である。

【0021】マッハツェンダ干渉計型光スイッチは通常の光導波路形成技術及び電極形成技術を用いて容易に作成することができ、例えば光シャッターアレイ30を発光素子20等とモノリシックに集積化して一体に構成することにより装置の小型化が可能である。

【0022】光合波器40は各光シャッター31（#1～#4）からの信号光が供給される4つの入力ポート41（#1～#4）と1つの出力ポート42とを有しており、各入力ポート41（#1～#4）に供給された信号光を合流して出力ポート42から同一光路上に出力するように機能する。

【0023】光合波器40の出力ポート42から出力された所定波長の信号光は、光伝送路50を介して光分波器60に供給される。光分波器60は4つの出力ポート61（#1～#4）を有しており、光分波器60に供給された信号光はその波長に応じて決定されるいずれかの出力ポート61から出力される。

【0024】いま、分配回路10の入力ポート11に適当なパルス列からなる入力信号Aが供給されると、発光素子20の各半導体レーザ21（#1～#4）は入力信号Aに基づいて駆動され、各半導体レーザ21（#1～#4）からはそれぞれに対応した波長の光を入力信号Aで変調した信号光が出力される。

【0025】そしてこの状態で光シャッターアレイ30に制御信号（0. 1. 0. 0）が供給されているとすると、光シャッター31（#1～#4）のうちの光シャッター31（#2）のみが透過状態になり他は遮断状態になり、半導体レーザ21（#2）が選択されてその出力光である波長 λ_2 の信号光が光合波器40に供給される。この波長 λ_2 の信号光が光伝送路50を介して光分配器60に供給されると、この信号光は波長 λ_2 に対応した出力ポート61（#2）から出力される。

【0026】光分波器60の出力ポート61（#1）から信号光を出力させる場合には、これに対応した波長 λ_1 を選択するために、光シャッターアレイ30には制御信号（1. 0. 0. 0）が供給され、光シャッター31（#1）のみが透過状態になり他は遮断状態になる。

【0027】この実施例では、発光素子20の各半導体レーザ21（#1～#4）は同一チップ内に集積化されているので、それぞれの発振波長の経時劣化は同程度に生じ、従って、発振波長の経時劣化に対する補償を各半導体レーザ21（#1～#4）について一律に実施することができ、制御回路等が簡単になる。

【0028】また、各光シャッター31（#1～#4）として例えば前に例示したような高速スイッチング特性を有するものを用いれば、高速動作が可能で且つ信頼性の高い交換システムの実現が可能になる。

【0029】図2は本発明の第2実施例を示すブロック図であり、この実施例では、本発明の第1の構成に係る波長変換器を用いて光入力光出力型1×1波長交換システムを構成している。

【0030】この実施例における波長変換器2が図1の第1実施例における波長変換器1と異なる点は、フォトダイオード等からなる受光器70を付加的に備えている点である。受光器70は供給された光信号A'を電気信号Aに変換してこの電気信号Aを分配回路10の入力ポート11に供給する。

【0031】この実施例によると、受光器70に供給される光信号を、その波長にかかわらず光シャッターアレイ30への制御信号により波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ から選択されるいずれかの波長の光に変換して、光分波器60の所望

の出力ポートから出力させることができる。

【0032】図3は本発明の第3実施例を示すブロック図であり、この実施例では、本発明の第2の構成に係る波長変換器を用いて電気入力光出力型3×3波長交換システムを構成している。

【0033】この実施例での波長変換器3は、スイッチング回路80と発光素子90とを備えている。スイッチング回路80は3つの入力ポート81（#1～#3）と3つの出力ポート82（#1～#3）とを有しており、各入力ポート81（#1～#3）に供給された入力信号を制御信号により入れ換えてそれぞれ出力ポート82（#1～#3）から出力するように機能する。

【0034】発光素子90は発振波長が異なる3つの半導体レーザ91（#1～#3）をモノリシックに集積化して構成されており、各半導体レーザ91（#1～#3）はスイッチング回路80の各出力ポート82（#1～#3）から供給される入力信号に基づいてそれぞれ駆動される。各半導体レーザ91（#1～#3）の発振波長はそれぞれ $\lambda_1 \sim \lambda_3$ である。

【0035】いま、スイッチング回路80の各入力ポート81（#1～#3）にそれぞれ入力信号A、B、Cが供給されているとして、この波長変換器3の機能を説明する。スイッチング回路80に供給される制御信号はスイッチング回路80における入力信号の入れ換えの順序を決定するためのもので、例えば制御信号（2. 1. 3）が供給されているとすると、入力ポート81（#1）に供給された入力信号Aは出力ポート82（#2）から出力され、入力ポート81（#2）に供給された入力信号Bは出力ポート82（#1）から出力され、入力ポート81（#3）に供給された入力信号Cはそのまま出力ポート82（#3）から出力される。

【0036】これにより、入力信号Bは半導体レーザ91（#1）からの波長 λ_1 の光によって送出され、入力信号Aは半導体レーザ91（#2）からの波長 λ_2 の光によって送出され、入力信号Cは半導体レーザ91（#3）からの波長 λ_3 の光によって送出される。

【0037】このように本実施例によると、複数の入力信号に対して割り当てられる波長の変換を行うことができる。本実施例においては、半導体レーザの発振波長を変化させることで複数の入力信号の波長切り換えを行うのではなく、予め各半導体レーザの上流側でスイッチング回路80により電氣的に信号の入れ換えを行い、信号がのる光の波長を切り換えるようにしており、スイッチング速度は主としてこのスイッチング回路80の応答速度で決定されるので、高速な波長切り換えが可能になる。

【0038】図4は本発明の第4実施例を示すブロック図であり、この実施例では、本発明の第2の構成に係る波長変換器を用いて光入力光出力型3×3波長交換システムを構成している。

【0039】この実施例は、図3の第3実施例に対比して、スイッチング回路80の各入力ポート81（#1～#3）にそれぞれフォトダイオード等からなる受光器100（#1～#3）を付加的に備えている点で特徴付けられる。

【0040】各受光器100（#1～#3）はそれぞれ供給された光信号A'、B'、C'を電気信号A、B、Cに変換してこの電気信号を前実施例における入力信号としてスイッチング回路80の各入力ポート81（#1～#3）に供給する。

【0041】この実施例によると、供給された光信号を波長変換して所望の出力ポートから送出することができる。また、前実施例におけるのと同じようにこのシステムにおけるスイッチング速度は主としてスイッチング回路80の応答速度で決定されるので、高速な波長切替が可能になる。

【0042】図5は本発明の第5実施例を示すブロック図であり、この実施例では、本発明の第3の構成に係る波長変換器を用いて電気入力光出力型3×3波長交換システムを構成している。

【0043】このシステムは、入力側に図3の第3実施例における電気入力光出力型3×3波長変換器3を備え、出力側に図2の第2実施例における光入力光出力型1×1波長変換器2を3つ（#1～#3）備えている。波長変換器3の各半導体レーザ91（#1～#3）からの光は波長変換器2（#1～#3）のそれぞれの受光器70に供給される。また、各波長変換器2（#1～#3）、3には制御回路110から制御信号が供給される。

【0044】波長変換器のそれぞれの動作についてはこれまでの実施例より明らかであるからその説明を省略する。この実施例では、波長変換器3の各半導体レーザ91（#1～#3）の発振波長はそれぞれ $\lambda_1 \sim \lambda_3$ であり、波長変換器2（#1）の各半導体レーザ21（#1～#4）の発振波長はそれぞれ $\lambda_{11} \sim \lambda_{14}$ であり、波長変換器2（#2）の各半導体レーザ21（#1～#4）の発振波長はそれぞれ $\lambda_{21} \sim \lambda_{24}$ であり、波長変換器2（#3）の各半導体レーザ21（#1～#4）の発振波長はそれぞれ $\lambda_{31} \sim \lambda_{34}$ である。これらの各波長は互いに異なるものである。

【0045】いま、波長変換器3のスイッチング回路80の各入力ポート81（#1～#3）にそれぞれ入力信号A、B、Cが供給されており、制御回路110から波長変換器3に供給される制御信号が（2. 1. 3）であり、制御回路110から波長変換器2（#1～#3）にそれぞれ供給される制御信号が（0. 1. 0. 0）、（0. 0. 1. 0）、（0. 0. 0. 1）であるとする

と、波長変換器2（#1）からは入力信号Bで変調された波長 λ_{12} の光が出力され、波長変換器2（#2）からは入力信号Aで変調された波長 λ_{23} の光が出力され、波長変換器2（#3）からは入力信号Cで変調された波長 λ_{34} の光が出力される。

【0046】このように本実施例によると、制御回路110から各波長変換器3、2（#1～#3）に供給する制御信号の組み合わせによって、入力側の波長変換器3のいずれかの入力ポートに供給された入力信号に対して12通りの波長を選択することができる。

【0047】この実施例における機能は図1の第1実施例において半導体レーザの数を12にすることによっても実現可能であるが、発光素子の歩留りや信頼性を考慮すると、1つの発光素子が有する半導体レーザの数が少ない本実施例の方が優れている。

【0048】尚、本発明の第3の構成を実施する場合には、図5の第5実施例における波長変換器3に代えて図4の第4実施例における波長変換器4を用い、光入力光出力型波長交換システムを構成してもよい。

【0049】また、図5の第5実施例においては、波長変換器3又は2（#1～#3）の各構成要素をモノリシックに集積化してもよい。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、温度制御等が容易でスイッチング時間が短く且つ信頼性の高い波長変換器の提供が可能になるという効果が生じる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す波長交換システムのブロック図である。

【図2】本発明の第2実施例を示す波長交換システムのブロック図である。

【図3】本発明の第3実施例を示す波長交換システムのブロック図である。

【図4】本発明の第4実施例を示す波長交換システムのブロック図である。

【図5】本発明の第5実施例を示す波長交換システムのブロック図である。

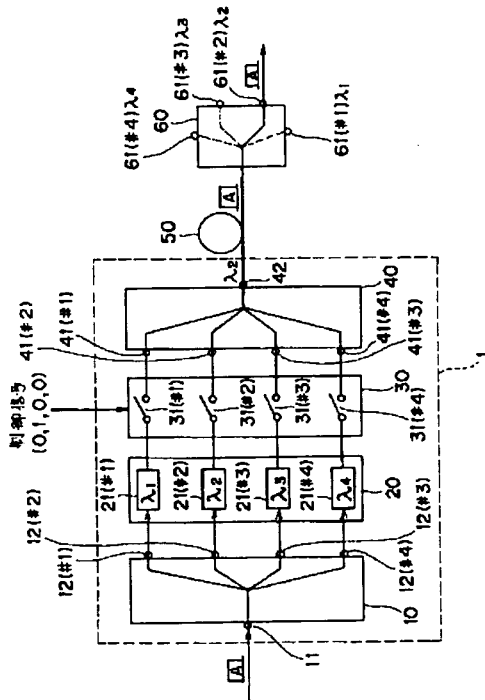
【図6】従来技術の説明図である。

【符号の説明】

- 10 光分配回路
- 20, 90 発光素子
- 21, 91 半導体レーザ
- 31 光シャッター
- 40 光合波器
- 70, 100 受光器
- 80 スwitching回路

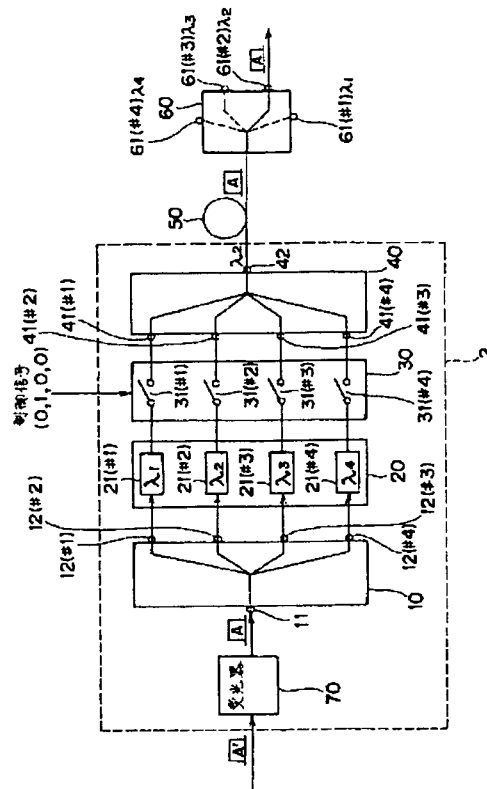
【図1】

第1実施例図



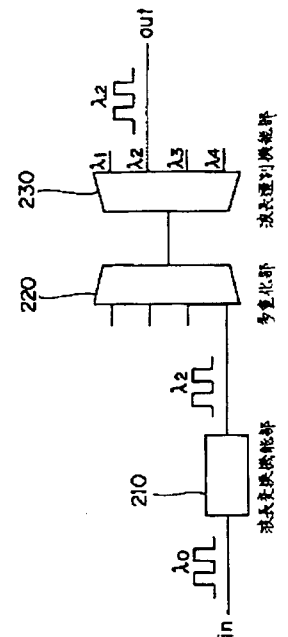
【図2】

第2実施例図



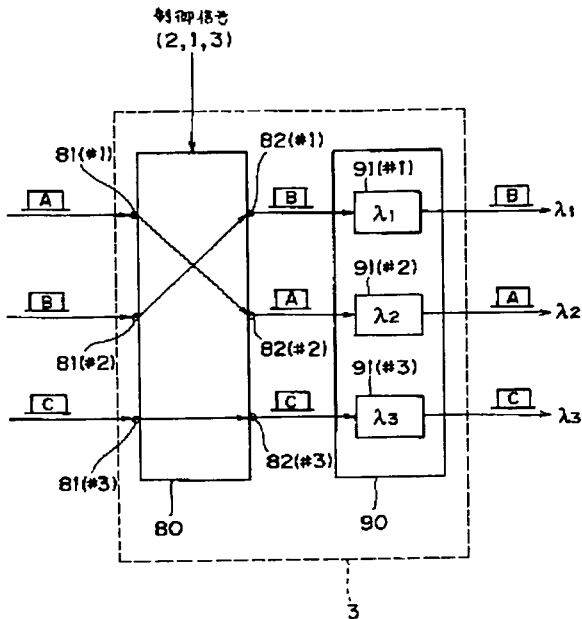
【図6】

従来例図



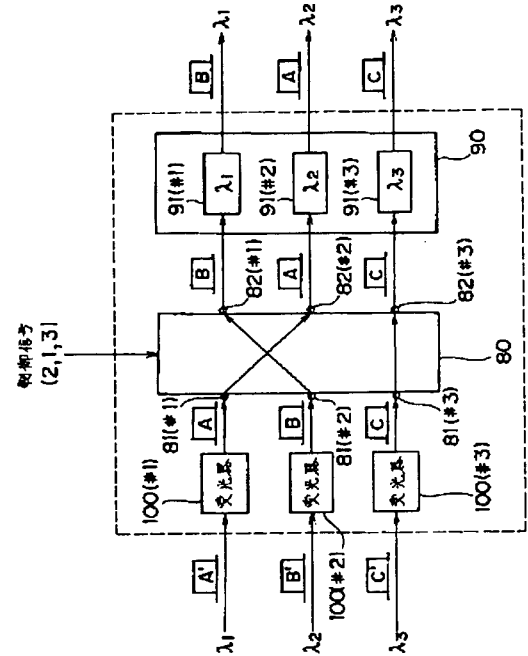
【図3】

第3実施例図



【図4】

第4実施例図



【図5】

第5実施例図

